

无机化学实验课程启发式教学探析

高明丽* 黄 微 刘 卫 李 婉 刘济红 田红军

(中国科学技术大学化学实验教学中心, 合肥 230026)

摘要: 无机化学实验是高校一门重要的基础实验课程。本文介绍在无机化学实验课程中运用启发式教学法, 并将其贯穿于整个教学过程。采用多种途径鼓励学生进行实践创新, 引导学生深入思考, 在实验中发现、探究和解决问题, 提高学生的综合素质。

关键词: 无机化学实验; 启发式教学; 综合素质
中图分类号: G64; O6-3

Exploration of Heuristic Teaching Method for Inorganic Chemistry Laboratory Course

GAO Ming-Li* HUANG Wei LIU Wei LI Wan LIU Ji-Hong TIAN Hong-Jun
(Chemistry Experiment Teaching Center, University of Science and Technology of China, Hefei 230026, P. R. China)

Abstract: Inorganic chemistry laboratory is an important and fundamental course in universities. This paper introduced a heuristic teaching method which was used through the inorganic chemistry laboratory teaching. We encouraged students to practice innovation in a variety of means, and guided students to be good at thinking and to find and solve problems in the experiments. It was helpful to improve the comprehensive quality of the students.

Key Words: Inorganic chemistry laboratory; Heuristic teaching method; Comprehensive quality

无机化学实验和分析化学实验、有机化学实验、物理化学实验并列为高等学校化学专业本科生的四大基础实验课程, 并且无机化学实验通常也是高校学生最早接触到的一门基础实验课, 因此无机化学实验课程的教学质量尤为重要。教学的重点在于传授基本知识的同时, 提高低年级本科生学习化学的兴趣, 激发学生的求知欲与创新意识, 培养学生的动手能力与观察分析的能力, 因此这也给任课教师的教学方法和手段提出了更高的要求。

1969年, 美国的神经病学教授 Barrows^[1]在加拿大麦克马斯特大学首创的以问题为导向的教学方法(Problem-Based Learning, PBL)是基于以学生为中心的教育方式, 目前已成为国际上较为流行的一种教学方法。其特点是由教师引导, 以问题为基础, 通过学生自主探究来解决问题, 它强调以学生的主动学习为主。我们尝试在无机化学实验课程的教学过程中运用类似的启发式教学手段, 引导学生在实验预习、实验操作以及课后总结的过程中善于思考, 培养学生发现问题、分析问题、归纳总结以及科学探究的能力, 以期提高学生的综合素质, 为学生今后进一步深造和从事科学工作打下坚实的基础。下面介绍我们在启发式教学方面所做的工作以及体会, 希望与大家共同探讨。

*通讯作者, Email: gaomli@ustc.edu.cn

基金资助: 2015年安徽省教学研究项目(2015jyxm005); 2015年安徽省教学研究项目(2015jyxm017)

1 启发式教学在整个教学活动中的应用

1.1 课前准备过程

上好一节有质量的实验课，缺少不了教师认真而有效的备课，而课前的启发式默讲是一种很好的备课方式。默讲是指在上课之前默思将要进行的课堂教学活动，包括默默演绎课堂授课的内容以及模拟现场讲课等^[2]。启发式默讲则是以提问的方式进行默思，它不是死记硬背教材内容，而是通过将所讲授的知识用自己的语言来表述，以提高备课效率，更深刻地理解教学内容。如，针对一个具体的实验内容可以理清以下一系列问题：(1) 本节实验课教师要教什么？学生要学什么？所学知识或技能在研究和实际中有什么用？重点和难点在哪里？(2) 本节课需要掌握哪些新的实验技能，如何指导学生又快又好地掌握？又涉及了哪些以前学过的实验技术，各有什么特点？(3) 本实验涉及了哪些实验原理，如何用反应方程式或计算公式表达？(4) 如何用精炼的语言表述实验过程？(5) 如何引导学生深入思考，对实验内容作进一步的拓展？通过提问-联想-回答的过程，教师逐步完善备课内容，从而为实验课堂的顺利开展做好充分的准备。

另一方面，我们对学生的实验预习也提出了一定要求，要求学生预习时不是不假思索或肤浅地抄书或摘录，而是要认真思考，在预习报告本上结合自己的话语，尽量用流程图或表格的形式来表述实验过程，并且需要先回答实验书上的预习思考题。这样将促进学生主动思考，熟悉和了解即将开展的实验内容，从而在实验课上做到有的放矢，提高课堂效率。

1.2 课堂启发式教学的探索

1.2.1 授课方式多元化

无机化学实验课涉及到各种基本理论知识和实验操作技能，如果单纯照本宣科地讲解实验内容，学生难免会觉得实验枯燥乏味，并且也容易导致学生对实验印象不深刻、理解不够全面等问题。为了提高学生的学习兴趣，发挥他们的主观能动性，我们采取了多种方式相结合的授课方式。如有效利用现代化的多媒体手段，将实验内容以板书和ppt形式相结合，充分发挥ppt在图片展示、内容丰富性等方面的优势，向学生生动地介绍实验的背景知识、实验原理以及实验装置图等。例如，在“工业硫酸铜的提纯”实验中介绍硫酸铜的物理性质时，会讲到无水硫酸铜易吸湿生成五水合硫酸铜，两者的外观有着显著差别，我们在ppt中将它们的实物图片呈现给学生，学生很容易记住两者的外形差异。又如在“硝酸钾的制备及提纯”实验中介绍实验原理时，将 KNO_3 、 KCl 、 NaNO_3 和 NaCl 随温度变化的溶解度曲线在ppt中向学生展示，使学生对这4种化合物的溶解度变化趋势一目了然，有利于学生对实验原理的掌握。另外，最近我们课题组还制作了无机化学实验教学视频课件^[3]，即将无机化学基础实验拍摄成实验教学录像，应用于教学活动的各个环节中。“实验视频课件”可以将静态文字无法表述清楚的实验过程向学生进行动态直观的展示，具有较强的可视性和可模仿性。学生在实验前通过观看实验视频，可以更加直观地了解 and 熟悉本次实验的内容和所涉及的实验技能，从而在自己动手操作时做到心中有数，能够从容应对，遇到问题时也有充分的思考空间，而避免出现由于不清楚实验步骤而疲于应付操作的情况。例如，在讲解“柠檬酸法制固体燃料电池SDC粉体”实验步骤时，会涉及到加热反应体系达到板结状态，如果仅是教师口头表述，很难描绘出板结的具体情况，但如果以视频形式展示，学生则很容易明白这一概念，掌握加热的火候。通过各种形式多媒体软件的应用，在一定程度上可以激发学生的学习兴趣，使学生更快更好地进入课堂学习状态，从而提升了教学效果。

另一方面，针对本节课新出现的实验操作，教师在学生实验之前辅以现场演示，学生通过直接观察和分析思考，对实验操作的掌握可达到事半功倍的效果。如，在“硫代硫酸钠的制备”实验中，学生第一次接触常压过滤操作，其中难度较大的步骤是做水柱，教师一边演示一边可以与学生互动，引发学生思考：滤纸边缘为什么要略低于漏斗的上边缘？折滤纸时靠近漏斗的一边撕去一角的目的是何在？为何要将滤纸与漏斗之间的气泡排出？形成水柱的作用又是什么？学生边观察边思考，在回答这些问题的同时也明白了如何操作，并将知其所以然。教师演示结束后，还可以请一位学生上来操作一

遍, 其他学生在旁边观察和补充。其他如减压过滤, 滴定分析中的定容、移液和滴定的基本操作, 以及pH计等仪器的使用等也可以采取类似的方法。

1.2.2 运用引申比较法掌握相关实验技能

无机化学实验中很多知识点之间相互关联, 找出知识点之间的关联性, 进行归纳总结, 运用比较分析的方法能使学生更容易记住和掌握相关的实验知识和技能。比如“工业硫酸铜的提纯”实验中涉及到常压过滤和减压过滤两种过滤方法, 启发学生由此可以联想到哪些固液分离的手段? 分别适用于哪种固体物质? 各有哪些特点? 又如很多实验中使用了重结晶的操作, 启发学生还可以想到哪些常用的物质提纯方法? 分别有何特点? 再试着举些有代表性的例子。这样将有利于锻炼学生的思维能力, 学习归纳分析, 做到举一反三, 灵活掌握所学知识。

1.2.3 善于提问并鼓励学生自己寻找问题的答案

学生是学习的主体, 教师是引导者。优质的课堂教学要能激发学生的学习兴趣, 提高学生学习的积极主动性, 并且要引导学生去探讨和解决问题。实验课上恰当地进行启发式提问, 可以收到很好的教学效果。如在做“顺、反式-二甘氨酸合铜的制备及成分分析”实验时, 第一步需先制备氢氧化铜, 制备过程中用到了1:1的氨水, 教师引导学生思考:“氨水加入过量对实验是否有影响?”, 并且鼓励学生自己动手试验, 有位学生往氢氧化铜固体中滴加1:1的氨水, 发现氢氧化铜可以溶解在氨水中, 由此他推断氨水加入过量将会影响氢氧化铜的产率。又如在“工业硫酸铜的提纯”实验中需要加热分解除去过量的双氧水, 教师向学生提问:“为什么要除去过量的双氧水?”, 提问后并不急于回答, 而是鼓励学生自己去寻找答案, 下节实验课时再一起讨论。有的学生在完成课堂要求的实验之后, 自己动手探索答案, 发现硫酸铜在碱性条件下与双氧水反应生成棕色不溶物, 而加酸又可溶解, 并且课后查阅相关资料, 在实验报告本上对这一现象作了详细的分析和解释。学生对这样的拓展性小实验往往表现得很有兴趣, 对自己实验得出的结论和查阅资料获得的知识更是印象深刻, 并且为解决问题而感到兴奋。

另外, 我们也鼓励学生自己发现问题, 勇于提出与教师或教材不同的见解, 进而积极主动地探求结论的正确性。比如在“化学反应速率与活化能”实验中涉及如下反应:



反应①的平均速率为:

$$v = -\Delta[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]/\Delta t = k[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]^m[\text{I}^-]^n \quad (3)$$

有位学生对原理部分提出了质疑: 由反应②可知 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 的还原能力比 I^- 强, 为什么不考虑 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 对 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 的直接氧化呢? 反应方程式即①+②:



若溶液中存在的是反应④, 则根据式③求算速率常数 k 及级数 m 、 n 就站不住脚了。这是个很好的问题, 教师鼓励学生对这一疑问展开进一步的探索, 并且帮助学生一起查阅相关文献和资料, 最后学生自己得出结论: 由于电极电势的差异, 从热力学角度考虑反应④完全可以进行, 但是从动力学角度考虑, 反应①是慢反应, 发生的是以 I^- 为催化剂的先①后②的催化反应, 从而 $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ 不能与 $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$ 直接发生反应。通过这一学生自己质疑-探究-解答的过程, 使学生变被动接受知识为主动探索知识, 充分调动了学生在学习中的主观能动性, 进而获得知识, 提高综合创新能力。

1.3 课后总结与建议

课后善于总结, 有利于及时发现问题, 改进教学方法, 提高教学质量。在教师方面, 课后要根据课堂上学生对实验操作技能的掌握以及授课时是否能引导学生进入良好的学习状态并且积极思考等情况, 反思哪些教学环节还有改进的空间。在学生方面, 我们鼓励学生在实验报告中对实验的重点和关键点进行总结, 多思考问题, 并欢迎提出有建设性的意见。如有的学生实验产率较低, 可在实验报告

中分析原因, 寻找改进的空间; 有的学生减压过滤时出现穿滤, 探讨应该如何避免等。也有一些学生对某个实验很感兴趣, 课后通过查阅资料对实验原理、应用等方面在报告中作了很详细的拓展。我们希望通过这种形式促进学生积极主动地学习, 善于思考与总结, 使教学互长。

2 鼓励学生开展科研小课题的研究

无机化学实验中的基础实验数量毕竟有限, 而且主要以验证性实验为主。为了提高学生对科研的兴趣, 给学生提供更广阔的自主学习空间和开展科研实践的机会, 我们鼓励学生拓展视野, 大胆尝试科研小课题的实验研究。如我们在无机化学实验(下)学期末开展了“科研小论文”的工作。学生以2-6人的小组形式, 自主选择课题内容, 通过查阅文献, 设计实验步骤, 由教师在课题的可行性上把关后, 弹性利用课堂内外的时间, 以学生独立开展实验为主, 教师适当指导, 完成实验内容, 然后撰写word版科研论文, 最后再以ppt形式进行论文答辩。学生的课题丰富多样, 有“用废牙膏皮为原料制备氢氧化铝”、“科大东区部分水体的化学耗氧量(COD)测定”、“检验土壤中的元素”等。除此以外, 为了给对科研有浓厚兴趣的低年级本科生更多的接触科学前沿的机会和提供一个创新实践的舞台, 我们还在夏季学期开设了“化学科研基础训练”选修课程^[4], 授课方式与“科研小论文”类似, 但实验时间更长、研究内容更为深入和细致。开设的课题有“壳聚糖的制备与表征”^[5]、“食品添加剂甘氨酸钠碳酸盐的合成及性质初探”^[6]等。我们发现, 这类课程充分发挥了学生在学习上的主观能动性, 学生参与的积极性很高, 乐于在实践中去发现、分析和解决问题, 使学生的综合素质得到了很大程度的提高。

3 提高教师的综合素质

启发式教学不是简单地将书本知识介绍给学生, 而是希望启发学生思考, 通过自己的理解去探索和掌握知识。因此, 它对任课教师的教学水平提出了更高的要求。俗话说“要给学生一杯水, 老师要有一桶水”, 在信息技术更新换代异常迅速的当今时代, 教师首先要不断充实自己, 增加自身的知识储备, 包括熟悉教材的体系结构, 深入钻研教学的重点和难点等, 这样才能做到授课时熟能生巧、触类旁通。同时, 还须了解相关领域最先进的科技成果和发展趋势^[7], 以让自己站得更高、看得更远, 有能力启发学生的探索欲望和创新精神。另外, 要深入钻研课堂教学艺术, 借鉴他人成功的经验, 并且全面了解学生的情况, 在教学中做到有“的”放矢^[8], 努力使无机化学实验课的启发式教学行之有效。

“授之以鱼不如授之以渔”, 我们相信单纯地教给学生知识不如教会学生求知的方法。我们将继续学习和探索, 通过无机化学实验课程的启发式教学, 激起学生的学习兴趣, 引导学生去发现问题、探索 and 解决问题, 努力培养综合素质较强的创新型人才。

参 考 文 献

- [1] Barrows, H. S. *Med. Educ.* **1986**, *20*, 481.
- [2] 李 晖. 高等理科教育, **2004**, No. 6, 82.
- [3] 高明丽, 黄 微, 李 婉, 刘济红, 魏 伟. 无机化学实验视频课件的制作及其在实验教学中的应用//第十三届全国大学化学教学研讨会论文集. 武汉: 武汉理工大学出版社, 2015: 416-418.
- [4] 黄 微, 陈 锴, 李维维, 郑 媛, 冯红艳, 刘光明, 朱平平, 侯中怀. 实验室技术与管理, **2012**, *29* (1), 14.
- [5] 黄 微, 李维维, 郑 媛. 大学化学, **2015**, *30* (6), 57.
- [6] 高明丽, 黄 微, 郑 媛, 李维维. 化学教育, **2015**, *36* (20), 17.
- [7] 王晓东, 李立娟. 辽宁教育研究, **2000**, No. 3, 69.
- [8] 姜 同. 长江职工大学学报, **2001**, *18* (2), 22.